

Einfluß von Kostformen mit hohem Butter- bzw. Margarinegehalt zur Reduktion von Körpergewicht

W. Wirths, C. Rehage und N. Bönnhoff

Lehrstuhl für Ernährungsphysiologie, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Zusammenfassung

Die Auswirkungen einer fettmodifizierten Diät zur Reduktion von Körpergewicht und Körperfett mit einem Brennwert von rund 1100 kcal (4600 kJ) je Person und Tag wurden untersucht. Dabei erfolgte ein Vergleich einer kohlenhydratreduzierten, fettreichen Kostform mit Fetten nahezu ausschließlich tierischer Herkunft (Kostform T) mit einer kohlenhydratreduzierten, fettreichen Kostform mit Fetten nahezu ausschließlich pflanzlicher Herkunft (Kostform P). Kostform T beinhalten 52,1 % der Energie als Fett, 20,7 % als Protein und 27,2 % als Kohlenhydrate. Kostform P beinhalten 54,1 % der Energie als Fett, 18,9 % als Protein und 27,0 % als Kohlenhydrate. Mehr als zwei Drittel des Fettgehalts in Kostform T war Butter, in Kostform P Margarine.

Die Studie wurde über zwei je 21 Tage dauernde Versuchsperioden mit je 30 Probanden, davon 8 männlichen, durchgeführt. Im Mittel war bei den Männern bei Verzehr der Kostform mit Fetten vorwiegend tierischer Herkunft eine Gewichtsreduktion von $7,1 \text{ kg} \pm 338 \text{ g/d}$ zu konstatieren, davon $3,2 \text{ kg} \pm 152 \text{ g/d}$ Körperfett, bei den Frauen zeigte sich eine Gewichtsreduktion von $4,4 \text{ kg} \pm 210 \text{ g/d}$, davon $2,3 \text{ kg} \pm 110 \text{ g/d}$ Körperfett. Bei Verabreichung der Kostform mit Fetten vorwiegend pflanzlicher Herkunft betrug die Gewichtsreduktion bei den männlichen Teilnehmern $7,6 \text{ kg} \pm 362 \text{ g/d}$, davon $3,9 \text{ kg} \pm 186 \text{ g/d}$ Körperfett, bei den weiblichen Probanden $3,8 \text{ kg} \pm 181 \text{ g/d}$, davon $2,0 \text{ kg} \pm 95 \text{ g/d}$ Körperfett.

Eine Verbesserung der Blutdruckwerte ist ebenfalls nachzuweisen. Signifikante Unterschiede in der Reduktion von Körpergewicht und Körperfett zwischen der Kostform mit Fetten vorwiegend tierischer Provenienz und der Kostform mit Fetten vorwiegend pflanzlicher Herkunft sind nicht festzustellen.

Summary

The effect of a fat-modified diet with 1100 kcal (4600 kJ) on the reduction of body weight and body fat was studied. A low-carbohydrate, high-fat diet with predominant animal fat (diet T) was compared with a low-carbohydrate, high-fat diet with predominant vegetable fat (diet P). Diet T was composed of 52.1 % of the energy as fat, 20.7 % as protein and 27.2 % as carbohydrates.

Diet P was composed of 54.1 % of the energy as fat, 18.9 % as protein and 27.0 % as carbohydrates. More than two-thirds of the fat in diet T was butter, in diet P margarine. The study was carried out with 30 subjects (8 men) over two 21-day periods.

With diet T, men had a mean weight loss of $7.1 \text{ kg} \pm 338 \text{ g/d}$, of which $3.2 \text{ kg} \pm 152 \text{ g/d}$ were proved to be body fat, while women had a mean weight loss of $4.4 \text{ kg} \pm 210 \text{ g/d}$, of which $2.3 \text{ kg} \pm 110 \text{ g/d}$ were proved to be body fat. With diet P, men had a mean weight loss of $7.6 \text{ kg} \pm 362 \text{ g/d}$, of which were $3.9 \text{ kg} \pm 186 \text{ g/d}$ body fat, while

women lost $3.8 \text{ kg} \pm 181 \text{ g/d}$ of body weight on average, of which were $2.0 \text{ kg} \pm 95 \text{ g/d}$ body fat.

An improvement of blood pressure was also found. Significant differences of the reduction of body weight and body fat between the diet with mostly animal fat and the diet with mostly vegetable fat were not found.

Schlüsselwörter: Kostformen, Butter, Margarine, Reduktion von Körpergewicht

Einführung in die Problemstellung

In der vorliegenden Studie war zu prüfen, ob die Art des aufgenommenen Fettes beim Menschen bei Reduktion der Körpermasse (Körpergewicht) von Einfluß auf die Höhe einer Gewichtsverminderung ist. Verglichen wurden zwei brennwertreduzierte, kohlenhydratarme, fettreiche Kostformen. Ihre Zusammensetzung nach energieliefernden Nährstoffen lautet:

„Kostform T“ mit vorwiegend tierischen Fetten: 52,1 % des Brennwertes Fett, 20,7 % Protein, 27,2 % Kohlenhydrate.

„Kostform P“ mit vorwiegend pflanzlichen Fetten: 54,1 % des Brennwertes Fett, 18,9 % Protein sowie 27,0 % Kohlenhydrate. Jeweils mehr als zwei Drittel des Fettgehalts in Kostform T war Butter bzw. in Kostform P Margarine. Die Auswirkungen der beiden Kostformen auf die Entwicklung von Körpergewicht und Körperfettgehalt bei Gewichtsreduktion wurden untersucht. Zusätzlich wurden Kreislaufverhalten und Blut- und Urinstatus der Probanden sowie der tägliche Energieumsatz nachgewiesen. Eine sensorische Bewertung und die Bestimmung des verzehrten Anteils der von den Teilnehmern aufgenommenen Lebensmittel geben Auskunft über Qualität und Geschmackswert der angebotenen Kostformen.

Probanden

Für die Untersuchung wurden aus einer ergonomisch vergleichbaren, zahlenmäßig großen Gruppe von freiwilligen Personen (vorwiegend sitzend Tätige) diejenigen mit dem höchsten Übergewicht ausgewählt. Zur Beurteilung diente das Soll-Gewicht nach Wirths (18). Ein Ist-Gewicht von mindestens 18 % über dem Soll-Gewicht war Voraussetzung für die Teilnahme am Test. 30 Personen, davon 8 männliche, wurden in die Studie einbezogen. Von diesen nahmen 25 an beiden Untersuchungsperioden teil. 5 Versuchspersonen (Vpn) konnten sich infolge Erkrankung nur am ersten Test beteiligen. Diese wurden im zweiten Versuchsabschnitt durch vergleichbar übergewichtige Personen mit ebenfalls ergonomisch übereinstimmenden Tätigkeitsmerkmalen ersetzt. Alter und Körpergewicht der Probanden sind in Tabelle 1 zusammengefaßt.

Versuchsablauf

Im Abstand von ca. sieben Monaten wurden zwei Tests mit einem Nahrungsangebot zur Reduktion von Körpergewicht über eine Versuchsperiode von je 21 Tagen durchgeführt. An jedem Test nahmen zwei Gruppen (A und B) mit je 15 adipösen Personen teil, davon jeweils 4

Tab. 1. Alter und Körpermasse der Probanden.

		Test 1		Test 2	
		m	w	m	w
n		8	22	8	22
Alter (Jahre)	\bar{x}	29,4	35,1	31,3	35,1
	$\pm s$	8,8	14,5	10,8	14,5
	SB	20–49	21–64	20–49	21–64
Ausgangsmasse (kg)	\bar{x}	101,5	78,4	100,8	81,2
	$\pm s$	16,5	7,9	14,9	12,5
	SB	87,6–140,6	67,5–94,7	85,4–135,2	64,4–114,7
Übergewicht (%)	\bar{x}	43,7	35,4	40,0	39,0
	$\pm s$	26,8	13,8	24,7	22,5
	SB	23,7–106,0	18,5–60,0	20,0–98,0	12,0–98,0

m = männlich, w = weiblich

männlichen. Gruppe A erhielt in Periode 1 Kostform T, Gruppe B Kostform P. In Periode 2 erfolgte ein „cross-over“, d. h., Gruppe A bekam Kostform P, Gruppe B Kostform T.

Versuchsplan

Den überwiegenden Anteil des Nahrungsfettes lieferte bei beiden Kostformen eine je Tag gleichartig konzipierte Standardkost. Die Standardverpflegung der Kostform T bestand aus:

- 50 g Butter
- 150 g Vollmilch-Joghurt
- je 40 g Bionorm®-Müsli und -Vielkorn
- 16 g Knäckebrot
- 200 ml Vitamini-Fruchtsaft
- je 700 ml Brohler Mineralwasser und Oranien-Quelle, kohlenensäurearm
- je 1 Dragée eines Multivitamin- und Mineralstoffpräparates.

Die Standardverpflegung der Kostform P war wie folgt zusammengesetzt:

- 50 g becel-Margarine®
- 16 g Haselnüsse bzw. an jedem dritten Versuchstag
- 27 g Leinsamen
- je 40 g Bionorm®-Müsli und -Vielkorn
- 16 g Knäckebrot
- 300 ml Vitamini-Fruchtsaft
- je 700 ml Brohler Mineralwasser und Oranien-Quelle, kohlenensäurearm
- je 1 Dragée eines Multivitamin- und Mineralstoffpräparates.

Die Vpn beider Versuchsgruppen erhielten im zweiten Versuchsabschnitt zusätzlich pro Tag ein Dragée des Eisenpräparates Tardyferon®.

Um eine größere Abwechslung im Angebot der Lebensmittel zu erreichen, erhielten die Probanden eine täglich variierende Zusatzverpflegung, die folgende Produkte umfaßte: 300 g Diät-Menü oder 370 g Minoform-

Menü oder eine brennwertreduzierte Fleischkomponente und 16 g Knäcke-
brot.

Alle Lebensmittel wurden aus hygienischen Gründen in Folie oder
original firmenverpackt angeboten und den Probanden kostenlos zur
Verfügung gestellt. Beide Kostformen waren im Gegensatz zur üblichen –
vorher kalkulierten – Energiebedarfsdeckung hinsichtlich des Mineral-

Tab. 2. Nährstoffe, Ballaststoffe und Wasser der angebotenen Kostformen
T und P.

Parameter	Mengen- einheit	Kostform T			Kostform P		
		xSB			xSB		
Gewicht der Kost	g	2160	2014	-2268	2110	1964	-2229
Energie	kJ	4590	4250	-5030	4600	4250	-5080
	kcal	1100	1020	-1200	1100	1020	-1210
Protein							
insges.	g	55,3	47,7	- 67,1	50,8	39,2	- 66,8
tierisch	g	25,0	15,3	- 34,0	16,6	7,3	- 26,0
Fett, insges.	g	61,4	54,2	- 68,4	64,0	59,2	- 70,9
pflanzl.	g	8,9	3,9	- 13,4	56,8	53,5	- 63,4
tierisch	g	52,5	48,5	- 61,9	7,2	3,3	- 17,0
gesättigte FS	g	30,9	28,4	- 34,4	12,5	10,4	- 16,4
einf. unges. FS	g	18,9	17,1	- 21,8	16,5	13,9	- 20,0
mehrf. unges. FS	g	6,4	4,6	- 9,2	29,3	25,3	- 35,4
Cholesterin	mg	223,0	147	- 295	94,3	50	- 160
Kohlenhydrate, insg.	g	73,0	65,4	- 88,9	72,4	55,8	- 86,6
Wasser	ml	1936	1802	-2038	1849	1726	-2006
		+128	Oxidationsw.		+128	Oxidationsw.	
Ballaststoffe ¹⁾	g	21,8	19,4	- 32,2	23,4	20,2	- 33,8
energet. Dichte							
kcal/g Lebensm./d		0,51			0,52		
P/S-Quotient		0,21			2,34		
Mineralstoffe							
Na	mg	1210	1150	-1280	1200	1120	-1250
K	mg	1650	1470	-2120	1410	1180	-1980
Ca	mg	920	810	-1090	920	780	-1090
P	mg	1100	650	-1920	950	440	-1760
Fe	mg	31,7	28,0	- 33,0	33,4	28,3	- 39,6
Vitamine							
A	µg	1400	1200	-1840	1420	1220	-1860
B ₁	mg	1,82	1,64	- 2,02	1,76	1,57	- 2,01
B ₂	mg	3,83	3,57	- 4,14	4,00	3,72	- 4,31
Niacin	mg	20,2	20,6	- 27,4	19,8	15,4	- 27,3
C	mg	185,6	172	- 199,6	239,1	226	- 253,6

¹⁾ einschl. Rohfaser (Multiplikator 4)

stoff- und Vitamingehalts gemäß DGE-Empfehlungen (21) bedarfsadäquat konzipiert.

Der vollständige Energie- und Nährstoffgehalt der Kostformen ist Tabelle 2 zu entnehmen. Bei nahezu übereinstimmendem Kohlenhydrat-, Protein- und Reinfettgehalt ist Kostform T arm, Kostform P jedoch reich an mehrfach ungesättigten Fettsäuren. Demzufolge errechnet sich bei letzterer ein außerordentlich hoher P/S-Quotient (2, 34) bei einem Cholesteringehalt unter 100 mg/d. Der P/S-Quotient von Kostform T beträgt im Vergleich dazu nur 0,21, der Cholesteringehalt 223 mg/d.

Verpflegungsregime

Um Hungergefühl möglichst zu vermeiden, wurde den Vpn empfohlen, die Lebensmittel gemäß einem Verteilungsvorschlag auf mindestens fünf Mahlzeiten pro Tag aufzuteilen.

Auf die Notwendigkeit einer ausreichenden Flüssigkeitszufuhr während des Tests wurden alle Probanden vor Beginn der Studie eindringlich hingewiesen. Ebenso erfolgte eine ausführliche Erläuterung des Versuchsplanes, verbunden mit einer umfassenden Vorstellung der zu verzehrenden Lebensmittel und der zu berücksichtigenden Verzehrsvorschläge, um eine möglichst große Abwechslung im Speisenplan zu erzielen. Alle Teilnehmer wurden angehalten, den schriftlich fixierten Versuchsplan genau einzuhalten. Dieser war auf den kalkulierten Energiebedarf der Vpn gemäß Arbeitsablaufstudien abgestimmt.

Es war den Vpn erlaubt, den täglichen Versuchsplan nach Belieben durch Kaffee und Tee (ohne Milch und Zucker), Mineralwasser, Süßstoff, Kochsalz, Kräuter und Gewürze ad libitum zu ergänzen und ihrem individuellen Geschmack anzupassen. Ein Nachsalzen hielt die Mehrzahl der Vpn infolge der den Geschmackserwartungen entsprechend gewürzten Lebensmittel für unnötig.

Untersuchungsmethoden

Zur Beurteilung des Ernährungszustandes und Kontrolle der Gewichtstherapie wurde im Versuchsverlauf in Zeitabständen von drei, vereinzelt auch vier Tagen, das Körpergewicht bei minimaler Bekleidung und ohne Schuhe bestimmt. Die Hautfaltendicken wurden über den Musculi biceps und triceps sowie subskapular und abdominal mittels eines „Lange Skinfold Calipers“ gemessen sowie die Körpermessungen an Oberarm, Bauch und Wade. Alle Messungen wurden ausschließlich von derselben Person durchgeführt. Daneben wurde der Gelegenheitsblutdruck nach Schulte et al. (16) mit einem automatischen Blutdruckmeßgerät (Elag, Köln) bestimmt, ebenso die Pulsfrequenz im ruhigen Sitzen.

In beiden Erhebungszeiträumen erfolgten Blutanalysen in bezug auf Cholesterin, Triglyceride, Glucose und Harnsäure, in der zweiten Periode zusätzlich von HDL-, LDL- und VLDL-Cholesterin. Hämoglobin- und Serumeisenanalysen in der zweiten Periode dienten der Bestimmung des Eisenstatus der Probanden. Alle Blutentnahmen erfolgten im Nüchternzustand der Vpn aus einer Kubitalvene und wurden jeweils zu Beginn und nach Abschluß der Tests durchgeführt. Die analytische Aufarbeitung wurde nach Probenvorbereitung im institutseigenen Labor von der Laborgemeinschaft Gütgemann in Bonn bzw. der bioscentia GmbH, Ingelheim, vorgenommen.

Neben der Blutuntersuchung erfolgte eine Urinuntersuchung aus Spontanurin, die qualitativ (Schnelltests mit Teststreifen von Merck und Behring) die Parameter Glucose, Gesamteiweiß, pH-Wert, Ketonkörper und Ascorbinsäure umfaßte, quantitativ Glucose und Creatinin.

In der zweiten Versuchsperiode wurde zusätzlich Chlorid bestimmt.

Die sensorische Beurteilung der in der Studie angebotenen Lebensmittel erfolgte täglich nach dem „Karlsruher Bewertungsschema“ (10).

Gleichzeitig mit der sensorischen Bewertung machten die Teilnehmer Angaben über die je Tag verzehrten Anteile der angebotenen Produkte, aus denen die effektive Nährstoffzufuhr je Person und Tag berechnet wurde.

Die Probanden protokollierten außerdem in 15minütigem Zeitintervall ihre beruflichen und in der Freizeit durchgeführten Tätigkeiten zur Ermittlung des individuellen Arbeits- und Freizeitenergieumsatzes. Die Berechnung des Grundumsatzes erfolgte nach Vorhersagetabellen von Harris und Benedict (5). Nachfolgend werden die anthropometrischen und Kreislaufuntersuchungsbefunde dargestellt; Blut- und Urinstatus sowie sensorische Ergebnisse werden später publiziert.

Ergebnisse und Diskussion

Anthropometrische Untersuchungen

Die durchschnittliche Gewichtsabnahme der männlichen Vpn bei Verzehr der Kostform T beträgt 7,1 kg von 102,5 kg, bei Verzehr der Kostform P 7,6 kg von 99,8 kg (Tab. 3). Das entspricht einer mittleren Gewichtsreduktion je Person und Tag von 338 bzw. 362 g.

Die Frauen verminderten ihr Gewicht bei Zufuhr der Kostform T um 4,4 kg von 81,4 kg, bei Verzehr der Kostform P um 3,8 kg von 78,2 kg (Tab. 3). Das entspricht einer täglichen Abnahmequote von 210 bzw. 181 g pro Person.

Werden die Daten der Männer und Frauen zusammengefaßt, beträgt die Gewichtsreduktion je Person bei Zufuhr von Kostform T 5,1 kg \pm 243 g/d,

Tab. 3. Körpermasseentwicklung in 21 Tagen (in kg) bei den Kostformen T und P.

	Kostform T			Kostform P		
	Anfang	Ende	Differenz	Anfang	Ende	Differenz
Männer (m)						
\bar{x}	102,5	95,4	7,1	99,8	92,2	7,6
$\pm s$	13,6	14,8	2,0	17,5	17,3	2,1
SB	93,0–	85,8–	3,9–	85,4–	78,0–	4,4–
	135,2	131,3	10,0	140,6	133,6	11,2
Frauen (w)						
\bar{x}	81,4	77,0	4,4	78,2	74,4	3,8
$\pm s$	9,0	8,8	1,4	8,9	8,2	1,8
SB	68,4–	63,3–	1,9–	64,4–	60,4–	+ 0,4–
	114,7	109,8	8,4	94,7	88,8	8,0
m + w						
\bar{x}	87,0	81,9	5,1	84,0	79,2	4,8
$\pm s$	13,9	13,3	2,0	15,0	13,6	2,5
SB	68,4–	63,3–	1,9–	64,4–	60,4–	+ 0,4–
	135,2	131,3	10,0	140,6	133,6	11,2

bei Aufnahme von Kostform P $4,8 \text{ kg} \pm 229 \text{ g/d}$. Signifikante Unterschiede zwischen der Gewichtsverminderung bei Kostform T und derjenigen bei Kostform P bestehen nicht. Demnach ist ein Einfluß der Kostzusammensetzung, also auch der Art des verzehrten Fettes, auf die Höhe der Gewichtsreduktion nicht nachzuweisen.

Zu einem vergleichbaren Ergebnis kommen Rabast et al. (11), die bei adipösen Vpn das Verhalten des Körpergewichts bei Zufuhr von Fett mit unterschiedlichem Fettsäuremuster über insgesamt 28 Tage prüften. Unter kohlenhydratreicher Formuladiät mit 1340 kcal nahmen die Probanden $9,6 \pm 0,7 \text{ kg} \pm 343 \text{ g/d}$ ab. Unter kohlenhydratreduzierter, polyensäurereicher Formuladiät mit Maiskeimöl zeigten die Vpn eine Gewichtsabnahme von $11,7 \pm 0,7 \text{ kg} \pm 418 \text{ g/d}$; unter kohlenhydratarmer, polyensäurearmer Diät mit Butterfett von $12,5 \pm 0,9 \text{ kg} \pm 446 \text{ g/d}$. Die Reduktion des Körpergewichts war unter den kohlenhydratreduzierten Diäten signifikant höher, wobei zwischen den beiden kohlenhydratreduzierten Kostformen keine signifikanten Unterschiede bestanden. Jakobsen (6) hatte demgegenüber bei Schweinen festgestellt, daß Margarine mit einem hohen Anteil mehrfach ungesättigter Fettsäuren (Pufa) eine höhere Fettesorption bewirkt als Butterfett. Ein Ersatz von 50 g Butterfett durch 50 g Fett aus Margarine mit einem hohen Anteil Pufa bewirkte eine um 60 kcal (250 kJ) höhere Energieresorption.

Wirths et al. (19) konstatieren bei Angebot einer fettarmen, proteinreichen Diät mit ca. 1000 kcal/d einen Gewichtsverlust von $4,8 \text{ kg} \pm 229 \text{ g/d}$ /Vp bei Männern sowie $5,1 \text{ kg} \pm 243 \text{ g/d}$ /Vp bei Frauen, während Wagner et al. (17) bei Zufuhr einer fettreichen, hypokalorischen Diät mit einer Nährstoffrelation von 75:15:15 einen Gewichtsverlust in sechs Wochen von $10,2 \pm 2,5 \text{ kg} \pm 243 \text{ g/d}$ /Vp nachweisen.

Zur Erleichterung der Gewichtsreduktion adipöser Personen könnte zukünftig eventuell ein Produkt dienen, das sich im bisherigen Versuchsstadium bewährt hat (4). Die Autoren weisen nach, daß in der Nahrung vorhandenes, konventionelles Fett partiell durch ein synthetisches, nicht resorbierbares Fett (Rohrzuckerpolyester) ohne Geschmacksbeeinträchtigung substituiert werden kann. Der Brennwert der Nahrung kann auf diese Weise reduziert und die Gewichtsreduktion gefördert werden.

Unsere männlichen Probanden erzielten bei isoenergetischer Kost eine höhere Gewichtsreduktion als die weiblichen. Der Unterschied ist im ausreißerfreien Datenmaterial (7) signifikant ($p < 0,001$).

Diese Beobachtungen bestätigen Ditschuneit et al. (3) bei proteinsubstituiertem Fasten. Sie richten eine tägliche Gewichtsreduktion von 418,3 g bei Männern und von 338,1 g bei Frauen. Als Ursache nennen die Autoren die Drosselung des Energieumsatzes nach Nahrungskarenz, die bis zu 50 % betragen kann und bei Frauen eindeutig stärker wirksam ist als bei Männern. Bei unseren Probanden ist zu berücksichtigen, daß die Männer bei ergonomisch vergleichbarem Tätigkeitsbereich einen höheren Energiebedarf haben als Frauen und infolgedessen bei den Männern ein höheres Energiedefizit zustande kommt. Dieses beträgt bei den hier untersuchten Männern im Mittel 1500 kcal/d, bei den Frauen 1100 kcal/d.

Das eigentliche Ziel derartig konzipierter Diäten ist allerdings nicht allein die Reduktion von Körpergewicht, sondern primär die von Körperfett. Diese Entwicklung läßt sich indirekt verfolgen durch Messung der

Tab. 4. Hautfaltendicken bei Körpermassereduktion (mm).

		Biceps		Triceps		Subscapula		Abdomen	
		Anfang	Ende	Anfang	Ende	Anfang	Ende	Anfang	Ende
Kostform T									
m	\bar{x}	12,6	12,1	25,8	19,3	37,9	33,0	48,9	46,0
	$\pm s$	4,4	5,4	10,5	5,7	13,2	12,1	9,3	9,5
	SB	9-22	7-24	14-45	14-31	23-60	20-58	34-60	30-57
w	\bar{x}	17,9	16,0	34,2	31,4	33,2	31,6	37,0	37,5
	$\pm s$	5,7	5,1	9,8	8,7	11,9	12,6	12,0	11,3
	SB	7-30	7-23	16-55	12-52	12-57	12-53	16-60	18-58
Kostform P									
m	\bar{x}	12,3	10,9	22,5	20,0	34,3	29,8	45,3	41,1
	$\pm s$	4,5	4,9	13,6	11,1	12,2	13,6	11,0	12,9
	SB	7-22	5-22	8-50	8-42	18-60	15-59	26-55	20-57
w	\bar{x}	17,0	16,1	30,7	28,6	30,1	28,0	33,6	32,8
	$\pm s$	6,2	6,2	7,4	7,2	11,0	10,6	11,8	10,8
	SB	8-30	8-32	16-48	12-45	14-52	13-49	13-57	16-52

Hautfaltendicken, deren Veränderungen in Abhängigkeit vom Fettsäuremuster der angebotenen Kost Tabelle 4 zu entnehmen sind. Keine der beiden verabreichten Diätformen verursacht dabei eine eindeutig höhere Abnahme des subkutanen Fettgewebes.

Aus der Dicke der Hautfalten läßt sich der Körperfettgehalt in Prozent des Körpergewichts berechnen (18) und unter Berücksichtigung des Körpergewichts der absolute Körperfettgehalt in Kilogramm ableiten (Tab. 5).

Tab. 5. Körperfett in Prozent und in Kilogramm.

		Körperfettgehalt %		Körperfettgehalt kg	
		Anfang	Ende	Anfang	Ende
Kostform T					
m	\bar{x}	29,0	27,7	30,0	26,8
	$\pm s$	4,0	3,6	7,9	7,3
	SB	23,6-35,0	23,0-33,0	23,2-47,8	20,0-43,0
w	\bar{x}	34,6	33,5	28,5	26,2
	$\pm s$	4,8	4,9	7,8	7,4
	SB	24,6-43,0	24,4-42,0	17,5-49,5	16,4-46,4
Kostform P					
m	\bar{x}	28,4	26,4	28,9	25,0
	$\pm s$	4,2	4,6	9,8	9,3
	SB	22,3-36,6	19,9-35,0	20,1-51,5	17,1-46,8
w	\bar{x}	33,3	32,2	26,2	24,2
	$\pm s$	4,4	4,5	6,0	5,7
	SB	24,0-42,0	24,0-40,0	16,6-37,0	14,9-33,8

Aus den von Wirths (18) angegebenen Hautfaltendicken errechnet sich für normalgewichtige männliche Angestellte ein Körperfettgehalt von 19,5 %, für normalgewichtige weibliche vorwiegend sitzende Tätige von 22,0 %. Demgegenüber zeigen die adipösen Probanden dieser Studie mit Anfangswerten zwischen 28,4 und 34,6 % ein wesentlich stärker ausgeprägtes subkutanes Fettgewebe, das aber bei Applikation der Diät im Verlauf der Untersuchung abnimmt (Tab. 5). Absolut gesehen beträgt die Abnahmerate des Körperfetts bei den Männern $3,2 \text{ kg} \pm 152 \text{ g/d}$ bei Verzehr der Kostform T sowie $3,9 \text{ kg} \pm 186 \text{ g/d}$ bei Verzehr der Kostform P. Bei Angebot von Kostform T sind 45,1 % der Körpergewichtsreduktion auf eine Verringerung des Körperfettanteils zurückzuführen, bei Angebot der Kostform P 51,3 %. Die weiblichen Vpn weisen bei Verzehr der Kostform T eine Körperfettabnahme von $2,3 \text{ kg} \pm 110 \text{ g/d}$ auf, bei Angebot der Kostform P von $2,0 \text{ kg} \pm 95 \text{ g/d}$. Bezogen auf die gesamte Körpergewichtsreduktion sind 52,3 bzw. 52,6 % der Gewichtsverminderung auf Abnahme von Körperfett zurückzuführen, wobei signifikante Unterschiede zwischen den Auswirkungen der beiden Kostformen auf die Höhe der Körperfettreduktion nicht bestehen.

Bleier et al. (1) berichten bei einer kohlenhydratreichen Kost mit 1 g KH/kg Idealgewicht eine Körperfettabnahme von 260 g/d sowie einen Verlust des fettfreien Protoplasmas mit extra- und intrazellulärer Flüssigkeit von 140 g/d . Mit einer proteinreichen Diät mit 1 g Protein/kg Idealgewicht wurde ein Verlust von 510 g Körperfett erzielt bei gleichzeitiger Abnahme der Intra- und Extrazellulärflüssigkeit um 290 g/d und Abnahme des fettfreien Protoplasmas um 110 g/d .

Schürch et al. (15) beschreiben bei einer 14tägigen isokalorischen, fettreichen, kohlenhydratarmen Diät mit 2960 kcal einen Gewichtsverlust von $3,4 \text{ kg} \pm 243 \text{ g/d}$, dessen Ursache ausschließlich der Abbau von Körperfett ist.

Wirths et al. (19) stellen bei Angebot einer fettarmen, proteinreichen Reduktionsdiät mit ca. 1000 kcal/d eine Körperfettabnahme von $4,6 \text{ kg} \pm 219 \text{ g/d}$ bei den weiblichen Probanden sowie von $1,6 \text{ kg} \pm 76 \text{ g/d}$ bei den männlichen Vpn bei einer im Mittel um 1600 bzw. 1200 kcal negativen Energiebilanz pro Tag fest.

Der Anteil an fettfreier Körpermasse (lean body mass) in Prozent des Körpergewichts hat im Verlauf der Studie zugenommen. Absolut gesehen ist ein Verlust an lbm zu konstatieren: Männer, Kostform T, Verlust von $3,9 \text{ kg} \pm 186 \text{ g/d}$, Frauen $2,1 \text{ kg} \pm 100 \text{ g/d}$; Männer, Kostform P, Verringerung an lbm von $3,7 \text{ kg} \pm 176 \text{ g/d}$, Frauen von $1,8 \text{ kg} \pm 86 \text{ g/d}$. Ein signifikanter Unterschied zwischen den Auswirkungen der beiden Kostformen auf die Verringerung der lbm ist nicht nachzuweisen.

Zur Beurteilung des Ernährungsstatus werden außerdem Körpermäße wie die an Oberarm, Bauch und Wade verwendet. Während die durchschnittlichen Abnahmeraten von Oberarm- und Wadenumfang weniger als 1 cm betragen, ergeben sich am Bauch bemerkenswerte Reduktionen. Die Männer haben bei Verzehr der Kostform T nach Beendigung der Studie einen um 5 cm geringeren Bauchumfang (von $110,5 \text{ cm}$ auf $105,5 \text{ cm}$), die Frauen um $4,4 \text{ cm}$ (von $92,8 \text{ cm}$ auf $88,4 \text{ cm}$). Bei Verzehr der Kostform P reduziert sich der Bauchumfang bei den männlichen Vpn

um 6,3 cm (von 107,8 auf 101,5 cm), bei den weiblichen Teilnehmern um 4,5 cm (von 90,5 auf 86,0 cm).

Referenzwerte erwachsener Personen liegen für den Oberarmumfang vor (18). Normalgewichtige Männer haben im Mittel einen Armumfang von 29,3 cm, normalgewichtige Frauen von 28,5 cm. Im Vergleich zu diesen Referenzwerten haben die Männer zu Beginn des Versuchs einen Oberarmumfang von 34,0 cm (Kostform T) bzw. 30,8 cm (Kostform P). Ihr Oberarmumfang ist somit um 4,7 cm bzw. 1,5 cm höher als der normalgewichtiger Männer. Die Frauen zeigen im Vergleich zu den Referenzwerten mit 32,5 cm einen um 4,0 cm stärkeren Oberarmumfang (Kostform T) bzw. mit 30,4 cm einen um 1,9 cm stärkeren Oberarmumfang (Kostform P).

Kreislaufuntersuchungen

Von der WHO (22) wird ein Blutdruck zwischen 140 und 160 mm Hg systolisch sowie 90 und 95 mm Hg diastolisch als Grenzbereich zur Hypertonie bezeichnet.

Zu Beginn der Studie und damit vor Gewichtsreduktion zeigen die Vpn bei Kostform T im Mittel (deshalb auch Angabe mit Dezimalstellen) einen systolischen Blutdruck von $132,4 \pm 19,8$ mm Hg, die bei Kostform P von $133,6 \pm 18,2$ mm Hg. Die diastolischen Blutdruckwerte liegen bei $95,7 \pm 14,8$ mm Hg bzw. $94,1 \pm 13,3$ mm Hg. Nach Beendigung des Tests beträgt der systolische Blutdruck bei Verabreichung der Kostform T $127,1 \pm 18,4$ mm Hg und ist um 5,3 mm Hg geringer als zu Beginn des Versuchs. Der diastolische Blutdruck zeigt eine Verringerung um 5,9 mm Hg auf $89,8 \pm 11,0$ mm Hg. Die Differenzen sind nicht signifikant. Bei Angebot der Kostform P beträgt der systolische Blutdruck nach Versuchsende $124,2 \pm 14,2$ mm Hg und ist um 9,4 mm Hg signifikant geringer als der Ausgangswert ($p < 0,001$), während der diastolische Blutdruck mit $89,3 \pm 12,2$ mm Hg um 4,8 mm Hg nicht signifikant niedriger ist als bei Versuchsbeginn. Signifikant gesicherte Unterschiede zwischen den Auswirkungen der Kostformen auf die Höhe der Blutdruckreduktion lassen sich folglich nicht erkennen. Eine Verbesserung der Blutdruckwerte im Mittel sowie einzelner hypertoner Individualwerte ist bei Angebot beider Kostformen nachweisbar, woran verschiedene Faktoren beteiligt sein können.

Chiang et al. (2) sowie Reisin et al. (13) nennen als Einflußfaktoren die Reduktion von Körpergewicht. Die Arbeitsgruppe um Reisin beobachtete bei einem Probandenkollektiv mit Gewichtsverlust von 10,5 kg in sechs Monaten durch eine Reduktionsdiät einen hochsignifikanten Blutdruckabfall.

Daneben könnten auch eine geringe Natriumzufuhr nach Kluthe (8) und Schoeppe (14) sowie der Rohfaseranteil der Nahrung nach Wright et al. (20) positive Auswirkungen auf das Blutdruckverhalten haben. Die Höhe der Kaliumaufnahme hat nach Kluthe et al. (9) bei Zufuhr von mehr als 2,5–3 g/d ebenfalls einen positiven Einfluß.

Pulsfrequenzwerte zwischen 60 und 80 P/min sind nach Rein und Schneider (12) für vorwiegend sitzend tätige, untrainierte Personen kennzeichnend. Bei den Probanden wurde eine Sitzpulsfrequenz – also kein Ruhepuls – bei Verzehr der Kostform T im Durchschnitt von $82,5 \pm 14,9$ P/

min, bei Verzehr der Kostform P von $83,4 \pm 13,1$ P/min festgestellt. Die vergleichsweise hohe Pulsfrequenz ist wahrscheinlich situativ bedingt, da bei den Probanden infolge des eigentlichen Meßvorganges trotz ruhiger Umgebungsbedingungen eine gewisse Aufregung mit den üblichen Kreislaufveränderungen wahrzunehmen war. Hinzu kam die für sie heikle Frage, ob sie durch den Test an Gewicht verlieren würden bzw. bei späteren Meßterminen, ob sich ein Erfolg eingestellt hatte. Nach Beendigung des Versuchs ist im Durchschnitt eine geringfügige Steigerung der Pulsfrequenz auf $84,2 \pm 11,8$ P/min bei Verzehr der Kostform T nachzuweisen, während bei Verzehr der Kostform P ein Rückgang auf $80,2 \pm 12,9$ P/min gemessen wird.

Literatur

1. Bleier, J., J. Prothro, C. Schipke, D. Rudman: Amer. J. Clin. Nutr. **32**, 947 (1979).
2. Chiang, B. N., L. V. Perlman, F. H. Epstein: Circulation **39**, 403 (1969).
3. Ditschuneit, H. H., J. G. Wechsler, H. Wenzel, H. Ditschuneit: DIA **8**, 30 (1980).
4. Glueck, C. J., M. M. Hastings, C. Allen, E. Hogg, L. Baehler, P. S. Gartside, D. Phillips, M. Jones, E. J. Hollenbach, B. Braun, J. V. Anastasia: Amer. J. Clin. Nutr. **35**, 1352 (1982).
5. Harris, J. A., E. G. Benedict: A biometric study of basal metabolism in man, Carnegie Institution of Washington, Publication No. 279 (Philadelphia 1919).
6. Jakobsen, P. E.: Butter, dietary margarine, overweight, Statens Husdyrbrugsforsøg, News Bulletin No. 184, 26th July 1977.
7. Kaiser, R., G. Gottschalk: Elementare Tests zur Beurteilung von Meßdaten, B. I. Hochschultaschenbücher, Bd. 774, (Bibliographisches Institut Mannheim, Wien, Zürich, B. I. – Wissenschaftsverlag 1972).
8. Kluthe, R.: Vortrag anläßlich des 32. Colloquiums: Sicherheit in der Diätetik. Ernährung bei Bluthochdruck, Bundesverband der Diätetischen Lebensmittelindustrie e. V., Bad Neuenahr 1980.
9. Kluthe, R., U. Herzberger, A. v. Klein-Wisenberg: Akt. Ernähr. **5**, 131 (1980).
10. Paulus, K., J. Gutschmidt, A. Fricker: Lebensm.-Wiss. u. Technol. **2**, 132 (1969).
11. Rabast, U., K. H. Vornberger, M. Ehl, M. Imhof: Ernähr.-Umsch. **27**, 52 (1980).
12. Rein, H., M. Schneider: Einführung in die Physiologie des Menschen, 16. Auflage (Springer, Berlin, Heidelberg, New York 1973).
13. Reisin, E., R. Abel, M. Modan, D. S. Silverberg, H. E. Eliahou, B. Modan: New Engl. J. Med. **298**, 1 (1978).
14. Schoeppe, W.: Vortrag anläßlich des 32. Colloquiums: Sicherheit in der Diätetik, Ernährung bei Bluthochdruck, Bundesverband der Diätetischen Lebensmittelindustrie e. V., Bad Neuenahr 1980.
15. Schürch, P. M., M. Hillen, A. Höck, L. E. Feinendegen, W. Hollmann: Infusionsther. **6**, 311 (1979).
16. Schulte, W., B. Kersting, H. Neus: Therap. Wo. **29**, 5764 (1979).
17. Wagner, B., C. Leitzmann, H. Heckers, M. Doepp: Vortrag anläßlich des XIV. Wiss. Kongresses der DGE, Mannheim 1977, Ernähr.-Umsch. **24**, 367 (1977).
18. Wirths, W.: Ermittlung des Ernährungszustandes in: Ernährungslehre und Diätetik, Bd. III, 50–89 (Thieme, Stuttgart 1974).
19. Wirths, W., C. Rehage, N. Bönnhoff, C. Siekmann-Steffens, A. Dieckhues, G. Bauer: ZFA **55**, 1491 (1979).
20. Wright, A., P. G. Burstyn, M. J. Gibney: Brit. Med. J. **1979/280**, 1541.
21. DGE, Deutsche Gesellschaft für Ernährung: Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr (Umschau, Frankfurt 1975).

22. WHO, World Health Organization, Technical Report Series No. 168, 1959: Hypertension and coronary heart disease: classification and criteria for epidemiological studies (Genf 1959).

Eingegangen 26. April 1983

Für die Verfasser:

Prof. Dr. W. Wirths, Lehrstuhl für Ernährungsphysiologie, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Römerstraße 164, 5300 Bonn 1